

多段階不均質震源モデルに基づく2011年Mw9.0東北地震の強震動の再現 Simulation of strong ground motions from the Evaluation of the 2011 Mw 9.0 Tohoku earthquake

入倉 孝次郎^{1*}; 倉橋 奨¹
IRIKURA, Kojiro^{1*}; KURAHASHI, Susumu¹

¹ 愛知工業大学地域防災研究センター

¹ Aichi Institute of Technology, Disaster Prevention Research Center

1. はじめに

2011年東北地震の震源近傍域で得られた強震加速度波形に、顕著な複数のパルスの波群が見られる。これらの波群は、強震動観測記録を用いたセンブル解析や逆伝播法解析により、震源断層の中で西端に近いプレート沈み込みのダウン・ディップに沿って、南北方向に並ぶ4~5つの位置から生成された、と考えられる。

我々は、過去の起こった中小地震の強震動記録を経験的グリーン関数として特性化震源モデルを仮定して、本震の地震動のシミュレーションを行い、観測記録との比較により、5つの強震動生成域からなる短周期生成モデルを求めた。この解析で、震源近傍域の強震動記録で見られる顕著な波群は、沈みこむプレートのダウン・ディップに位置する強震動生成域から生成された、ことを明らかにした。さらに、ここで得られた強震動生成域モデルと数値的グリーン関数を用いて、より長周期の地震動のシミュレーションを行い、この短周期震源モデルの有効な周期範囲は0.1~10秒であることを確認した。さらに、各波群に見られるパルスの波形をより精度良く再現するには、強震動生成域は一様な実効応力ではなく、強震動生成域ごとに立ち上がりに大きな実効応力を有する不均質なモデルの設定が必要であることを確認した。

切迫性の指摘されている南海トラフ地震など、すべり込み型巨大地震に対する防災・減災対策を効果的に進めるためには、信頼性の高い強震動や津波の予測技術の確立が必要とされている。本研究は、2011年東北地震の強震動観測データから明らかになった多段階不均質モデルに基づき、信頼性ある強震動予測手法について検討することを目的としている。

2. 2011年東北地震の強震動再現のための多段階不均質震源モデル

この地震の短周期震源モデルは、多くの著者により試みられ、強震動生成域の数は4~5個、それらの位置はダウン・ディップの近くに位置するなど、共通性のある結果が得られている(Asano and Iwata, 2012; 佐藤, 2012; 川辺・釜江, 2013; Kurahashi and Irikura, 2013)。しかしながら、強震動観測点は、震源断層の西側のみで、震源域の広さ(400 x 200 km²)に比べると、観測点の数は十分でないため、強震動生成域の位置は必ずしもユニークには決まらない。Kurahashi and Irikura(2013)は、強震動生成域内で応力パラメータの不均質を設定しているが、他の著者が示しているように、強震動生成域は一様と設定しても、観測波形に見られる5つの波群とほぼ同様のスペクトル特性をもつ合成波形のシミュレーションは可能である。また、これらのSMGA(強震動生成域)モデルを用いると、工学的に重要な2~10秒の長周期地震動の再現に有効であることがわかってきた(川辺, 2012; 倉橋・入倉, 2014)。

野津(2014)は、これまでに発表されたこの地震の短周期震源モデルを用いて強震動予測の有効性について検討した。野津らによるSPGA(強震動パルス生成域)モデル、疑似点震源モデルと3つのSMGAモデルを用いたシミュレーション結果を比較した結果、構造物に影響の大きい周期1~2秒の卓越するパルス波形の再現には、SPGAモデルや疑似点震源モデルは有効だが、SMGAモデルは過小評価になると結論している。一方で、野津らのモデルは、強震動生成域を極めて狭くしているため、構造物への影響の大きい破壊的強震動の特徴である破壊の指向性効果や2~10秒の長周期地震動の再現が可能かなど、巨大地震に対する強震動予測としての有効性に問題がある。

もう1つの問題として、この地震の強震動波形の特徴の1つであるパルスの波形の再現には、破壊開始点付近に大きな実効応力をもつ不均質モデルが必要と考えられる。そのためには、適切な経験的グリーン関数の選定が必要とされる。

Kurahashi and Irikura(2013)では、強震動のシミュレーションのために、経験的グリーン関数として2005年宮城沖地震(Mw 7.2)の後半部分を用いている。この地震の強震動再現のための震源モデルは、震源域で発生した小地震(M 4.1)記録を経験的グリーン関数として用いると、東西に並ぶ2つのSMGAからなっていることがわかる。それらのSMGAの大きさは約8 x 8 km²である。それぞれSMGA内で、破壊は東から西(海側から陸側)方向に進んでおり、震源に近い宮城県内の観測点では破壊伝播の指向性パルスが顕著に見られる。これは先行研究のSuzuki and Iwata(2008)とほぼ同じ結果である。

このことから、東北地震の強震動は、Mw 7.2の宮城県沖地震の記録を用いなくても、Mw 4クラスの地震記録を用いて、約8 x 8 km²の要素地震を合成し、それを経験的グリーン関数として、Kurahashi and Irikura(2013)の提唱する多段階不均質モデルの手順に従って強震動シミュレーションを行えば、観測に見られるパルスな形状をもつ強震動でかつ0.1~10秒の広帯域強震動の再現が可能となる。

SSS25-10

会場:A04

時間:5月25日 11:30-11:45

キーワード: 2011年東北地方太平洋沖地震, 沈み込み地震, 強震動, 特性化震源モデル, 強震動生成域, 経験的グリーン関数法

Keywords: the 2011 Tohoku earthquake, subduction earthquake, strong ground motion, characterized source model, strong motion generation area, the empirical Green's function method